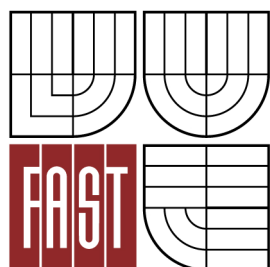




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

RÁMOVÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE - POSOUZENÍ VYBRANÉ ČÁSTI OBJEKTU

REINFORCED CONCRETE FRAME - DESIGN OF SELECTED PART OF THE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

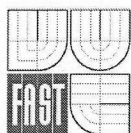
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Martin Hardubej

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Hardubej
Název	Rámová železobetonová konstrukce - posouzení vybrané části objektu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Stavební podklady

Platné normy:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004 – 2007
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006
- ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. 2010

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování

V zadaném objektu proveďte statické řešení vnitřního železobetonového rámu, navrhnete vyztužení rámové příčle, sloupů a některých navazujících prvků.

Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti.

Vypracujte výkres tvaru části konstrukce (počítaný rám a navazující části) a výkresy výztuže počítaných prvků.

Bakalářská práce bude odevzdána 1 x v listinné podobě a 2 x v elektronické podobě na CD s formální úpravou podle směrnice rektora č. 9/2007 (včetně dodatku č.1) a 2/2009 a směrnice děkana č. 12/2009.

Předepsané přílohy

A) Textová část

B) Přílohy textové části

B1) Použité podklady

B2) Statický výpočet

B3) Výkresová dokumentace

B4) Řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu.

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací
Popisný soubor závěrečné práce.



.....

Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na posouzení stávající konstrukce u čtyřpodlažního bytového domu. Nosný systém konstrukce je tvořen železobetonovým monolitickým skeletem. Předmětem posouzení jsou průvlaky, sloupy, trámy a spojitá deska. Další část projektu je zaměřena na návrh rekonstrukce u nevyhovujících prvků, kterými jsou průvlaky a trámy. Práce obsahuje vypracování statického výpočtu a výkresy výztuže rekonstruovaných prvků.

Klíčová slova

bytový dům, stávající konstrukce, rekonstrukce, železobeton, beton, ocelová výztuž, uhlíková lamela, monolitický skelet, průvlak, sloup, trám, spojitá deska, statické schéma, zatížení, zatěžovací stavy

Abstract

The thesis is focused on an assessment of existing structures at the four-storey apartment building. The supporting system design consists of a monolithic reinforced concrete skeleton. The subjects of assessment are girders, columns, beams and continuous slab. Another part of the project focuses on the design for reconstruction of nonconforming elements, which are the girders and beams. The work includes the development of structural analysis and reinforcement drawings of reconstructed elements.

Keywords

apartment building, the existing construction, reconstruction, reinforced concrete, concrete, reinforcing steel, carbon strap, monolithic frame, girder, column, beam, continuous slab, the static scheme, loads, load cases

Bibliografická citace VŠKP

HARDUBEJ, Martin. *Rámová železobetonová konstrukce - posouzení vybrané části objektu*. Brno, 2012. 14 s., 105 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2012

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Švaříčkové, Ph.D. za její ochotu, rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytla. Dále bych chtěl poděkovat mým rodičům za podporu během mého studia.

OBSAH:

1. Úvod	8
2. Údaje o stavbě	8
3. Zatížení	9
4. Konstrukce a materiál stávajících prvků	9
5. Konstrukce a materiál rekonstruovaných prvků	10
6. Způsoby aplikace CFRP lamel	11
7. Závěr	12
8. Použitá literatura	13
9. Seznam příloh	14

1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá posouzením a následnou rekonstrukcí nosného systému bytového domu. Nosná konstrukce monolitického železobetonového skeletu je vymodelována programem Nexis 32 a zatížena stanovenými zatěžovacími stavy a jejich kombinacemi. Na výsledné vnitřní síly je posouzena stávající betonářská výztuž u sloupu, průvlaku, trámu a spojitě stropní desky. Pro nevyhovující prvky monolitického železobetonového skeletu je zvolen typ rekonstrukce. V rámci bakalářské práce jsou navrhovány zesilující opatření pro průvlak, trám a spojitou desku. Zvýšení únosnosti se provádí jak v oblasti polí nosných prvků, tak i v jejich podporách. Rekonstrukce při horním okraji nosných prvků, oblast podpor, zahrnuje návrh nově nabetonované desky s vyztužením, do které se uloží nosná podporová výztuž průvlaků a trámů a její spřáhnutí se stávající deskou. Nová vrstva železobetonu se musí zohlednit ve stálém zatížení a následném novém stanovení vnitřních sil. Rekonstrukce při spodním okraji nosných prvků, oblast polí, se uvažuje přidáním nové nosné výztuže bez zesilování prvků obetonováním. Jedná se o lepenou lamelovou výztuž z uhlíkových vláken, která se přilepí přímo na postiženou oblast železobetonového prvku. Výstupem práce bude statický výpočet stávající konstrukce a výpočet nově zrekonstruované konstrukce. Další část výstupu bude obsahovat výkresy výztuže u vybraných zrekonstruovaných nosných prvků. Základové poměry nejsou v projektu řešeny.

2. Údaje o stavbě

Projekt řeší čtyřpodlažní bytový dům v obci Ivančice v Jihomoravském kraji. Půdorysný rozměr budovy je 14,89 x 27,5 m. Nosná konstrukce budovy je tvořena nosným obvodovým zdívem z CPP o tloušťce 500 mm a monolitickým železobetonovým skeletem. Skelet tvoří v příčném i podélném směru 4 pole. Průvlaky jsou situovány v příčném směru objektu. Osová vzdálenost sloupů v příčném směru je 3,345 m a k ose nosného obvodového zdiva 3,85 m, kromě 1NP, kde je osová vzdálenost k obvodovému zdivu zmenšena na 3,3 m z důvodu vyzdřených vystouplých žeber. V podélném směru jsou tyto vzdálenosti 6,6 m a 6,9 m. Stropy jsou trámové s proměnnou osovou vzdáleností trámů, která se pohybuje

od 1,065 m do 1,275 m. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je 3,525 m až na 1NP, které má 4,215 m. Skelet je ukončen stropem nad 3NP, 4NP je řešeno jako podlaží s podkrovními byty. Střecha je sedlová se sklonem 35° a vrcholem ve výšce 17,15 m. Vnitřní zdivo je tvořeno těžkým, mezibytovým, akustickým zdivem o tloušťce 300 mm a běžnými lehkými příčkami o tloušťce 125 mm. Nosné zdivo, které pomáhá skeletu přebírat nějaká zatížení, je ještě okolo schodiště.

3. Zatížení

Monolitická železobetonová konstrukce je zatížena stálým zatížením, do kterého spadá: vlastní tíha nosné konstrukce skeletu, zatížení od podlahy a podhledů, zatížení od části konstrukce střechy (druhou část přenáší nosná obvodová stěna) a zatížení od těžkých, mezibytových, akustických zdí. Do proměnného zatížení se započítá: užité zatížení od přemístitelných příček a od stropní konstrukce budov kategorie A. Dále se pak uvažují klimatická zatížení sněhem a větrem, které se do rámu přenáší přes konstrukci krovu. Vítr navíc má i vodorovný zatěžovací účinek na konstrukci. Objekt spadá svou lokací do II. sněhové a větrné oblasti. Zatížení od schodiště nemá na konstrukci rámu vliv, schodiště je podpíráno nosnými stěnami po svých stranách.

4. Konstrukce a materiál stávajících prvků

Celá železobetonová konstrukce je z betonu třídy B20, která odpovídá dnešnímu označení C16/20. Charakteristická pevnost v tlaku dané třídy betonu je 16 MPa, návrhová pak 10,66 MPa. Betonářská výztuž má označení 10 216 (E), výztuž je hladká s charakteristickou mezí kluzu 206 MPa, návrhovou pak 179,13 MPa.

Průvlak:	Výška průřezu: 470 mm	Krytí k hl. výztuži: 20 mm
	Šířka průřezu: 400 mm	Třmínek: Ø8
	Výztuž: 4Ø20	

Trám:	Výška průřezu: 470 mm	Krytí k hl. výztuži: 30 mm
	Šířka průřezu: 150 mm	Třmínek: Ø8
	Výztuž: 3Ø18	
Zesílený trám:	Výška průřezu: 470 mm	Krytí k hl. výztuži: 30 m
	Šířka průřezu: 300 mm	Třmínek: Ø8
	Výztuž: 3Ø22	
Sloup:	Průřez: 400 x 400 mm	Krytí k hl. výztuži: 25 mm
	Výztuž: 4Ø20	Třmínek: Ø8
Spojité deska:	Tloušťka: 70 mm	Krytí k hl. výztuži: 20 mm
	Výztuž: Ø6/150	

5. Konstrukce a materiál rekonstruovaných prvků

Rekonstrukci bylo nutné provést u průvlaků a trámů, které nevyhověli na posouzení únosnosti. Rekonstrukce se dělí na opatření pro část v poli a v podpoře. Pro zvýšení únosnosti v poli se zvolila metoda lepené externí výztuže v podobě uhlíkových lamel. Zvoleny byly Sika® CarboDur® CFRP lamely o rozměrech 80 x 1,2 m, které mají E – modul v tahu 165 GPa a projektové přetvoření 0,85%. Pro zvýšení únosnosti v podpoře se zvolilo nabetonování nové, 80 mm tlusté, desky s výztuží po celé ploše objektu a vložení nové podporové výztuže průvlaků a trámů s lepšími vlastnostmi. Pro rekonstrukci se musela v jednotlivých podlažích odstranit podlaha i s příčkami. Třída nově zvoleného betonu je C30/37. Charakteristická pevnost v tlaku dané třídy betonu je 30 MPa, návrhová pak 20 MPa. Označení nově zvolené betonářské výztuže je B550B s charakteristickou mezí kluzu 550 MPa, návrhovou pak 478,26 MPa. Pro započitatelnost nové desky s novou výztuží se stávající konstrukcí, se tyto dvě konstrukce musí spřáhnout. K tomu posloužily spřahovací trny HILTI HCC-B, které se umístily nad trámy. Trny Ø16 jsou 180 mm vysoké a byly navrženy po dvou kusech s roztečí 300 mm. S nově nabetonovanou deskou, se zvýšila tíha konstrukce, a proto se muselo upravit zatížení.

Průvlak:	Výška průřezu: 550 mm
	Šířka průřezu: 400 mm
	Výztuž: 4Ø16/3Ø16 (v podpoře)
	Uhlíková lamela: 80 x 1,2 (v poli)
Trám:	Výška průřezu: 550 mm
	Šířka průřezu: 150 mm
	Výztuž: 4Ø12/3Ø12/6Ø12 (v podpoře)
	Uhlíková lamela: 80 x 1,2 (v poli)
Zesílený trám:	Výška průřezu: 550 mm
	Šířka průřezu: 300 mm
	Výztuž: 5Ø16/3Ø16 (v podpoře)
	Uhlíková lamela: 80 x 1,2 (v poli)
Spojité deska:	Tloušťka: 150 mm
	Výztuž: Ø8/300 (v poli i v podpoře)

6. Způsoby aplikace CFRP lamel

Pro správnou aplikaci lamel na beton, musíme podklad řádně připravit, abychom docílili optimálních podmínek pro přilnavost lepidla mezi spojovanými částmi. Úprava povrchu bývá často prováděna pískováním, tryskáním vody a písku nebo obrus diamantovým kotoučem. Podklad musí být rovný, takže se očistí od veškerých nečistot, prachu a mastnot. Nerovnost nesmí překročit 10mm na délce 2m. Průměrná pevnost betonu v tahu f_{ctm} by neměla klesnout pod $1,5 \text{ N/mm}^2$. Nutno je také sledovat vlhkost podkladu, která by se neměla přesáhnout 4%. Lamely mají jednu stranu hladkou a druhou zdrsňenou, právě tuto zdrsňenou stranu je nutno před aplikací očistit ředidlem a vyčkat do úplného vyschnutí než aplikujeme lepidlo. V daných podmínkách při aplikaci lamel Sika® CarboDur®, je vhodné použít lepidlo Sikadur®-

30. Lepidlo se aplikuje jak na lamelu, tak i na podklad. Lamela opatřená vrstvou lepidla se přiloží na vrstvu lepidla, která je nanesená na podkladu a přitlačí se na ni. Tlak na danou lamelu by měl být rovnoměrný a silný tak, aby se lepidlo po stranách vytlačovalo ven. Přebytky lepidla se následně odstraní. Díky malé tloušťce se lamela může zakrýt pod omítku a konstrukce se tak uvede do původního stavu bez viditelných známek rekonstrukce.

7. Závěr

Výsledkem bakalářské práce je stanovení typů a počtů výztuží pro jednotlivé zrekonstruované prvky nosné železobetonové konstrukce rámu u bytového domu. Jedná se o návrh výztuže na ohybovou únosnost konstrukce, na smykovou únosnost konstrukce vyhovuje se stávající výztuží. Z každého prvku je pak vybrán jeden typ, u kterého se provede výkres výztuže. Jedná se o spojitou stropní desku, běžný trám, zesílený trám a průvlak. Početní výstupy a výkresy jsou provedeny podle platných norem.

8. Použitá literatura

- Literatura

- PROCHÁZKA, Jaroslav, Jiří ŠMEJKAL, Jan L. VÍTEK a Jitka VAŠKOVÁ. *Navrhování betonových konstrukcí: Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a 1992-1-2*. 2010.
- ŠVARÍČKOVÁ, Ivana. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default.htm>
- Sika CZ, s.r.o.: *Produkty pro uhlíkové CFRP lamely*. Dostupné z: http://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/stavebnictvi/02a013/02a013sa06/02a013sa06ssa02.html
- Hilti HCC-B pro nabetonávky: *Technologický manuál*. 2004.

- Normy

- ČSN EN 1990. *Zásady navrhování konstrukcí*. 2004.
- ČSN EN 1991-1 až 4. *Zatížení stavebních konstrukcí*. 2004 - 2007.
- ČSN EN 1992-1-1. *Navrhování betonových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. 2006.
- ČSN 73 0038. *Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách*. 1987.

- Použitý software

- Nexis 32
- Microsoft office WORD a EXCEL 2007
- ArchiCAD 14

9. Seznam příloh

- Příloha B1 - Použité podklady
- Příloha B2 - Statický výpočet
- Příloha B3 - Výkresová dokumentace